

(51)Int.Cl.  
H 0 4 L 12/56

識別記号

F I  
H 0 4 L 11/20

1 0 2 D

## 審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-221214  
 (22)出願日 平成9年(1997)8月4日

(71)出願人 000004226  
 日本電信電話株式会社  
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号  
 (72)発明者 石黒 隆之  
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
 電信電話株式会社内  
 (72)発明者 大野 友義  
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
 電信電話株式会社内  
 (72)発明者 高梨 齊  
 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
 電信電話株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 山本 恵一

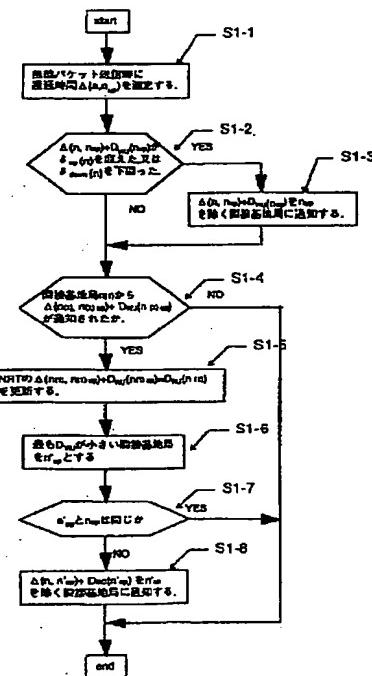
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】無線基地局の経路指定方法

## (57)【要約】

【課題】 経路の決定のための無線パケットを増加させずに、最適な経路を決定することを目的とする。

【解決手段】 各無線基地局がデータを無線パケットによって次の無線基地局へ送信する時に、無線パケットを受信してから次の無線基地局が無線パケットを正確に受信できた時までの遅延時間を測定し、該遅延時間が上限閾値を超えた場合、及び下限閾値を下回った場合に無線基地局から通信目的の無線基地局までの全遅延時間を計算して隣接した無線基地局に通知し、全遅延時間を受信した無線基地局は、前に周辺の無線基地局から得た周辺の無線基地局から通信目的の無線基地局への全遅延時間の中から最も全遅延時間の小さい経路を選らび、通信目的の無線基地局への経路として決定し、経路が変更されたときには通信目的の無線基地局までの全遅延時間を隣接した無線基地局へ通知し、通知を受けた無線基地局は通知の内容を記憶しておく。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の無線基地局を有し、無線基地局間で無線パケットによってデータの送受信が行われる無線ネットワークで、無線基地局間で送受信される無線パケットを中継するための経路を決定する方法において、各無線基地局がデータを無線パケットによって次の無線基地局へ送信する時に、無線パケットを受信してから次の無線基地局が無線パケットを正確に受信できた時までの遅延時間を測定し、

該遅延時間が予め決めた上限閾値を超えた場合、及び予め決めた下限閾値を下回った場合に無線基地局から通信目的の無線基地局までの全遅延時間を計算して隣接した無線基地局に通知し、

全遅延時間を受けた無線基地局は、前に周辺の無線基地局から得た周辺の無線基地局から通信目的の無線基地局への全遅延時間の中から最も全遅延時間の小さい経路を選び、通信目的の無線基地局への経路として決定し、経路が変更されたときには通信目的の無線基地局までの全遅延時間を隣接した無線基地局へ通知し、

通知を受けた無線基地局は通知の内容を記憶しておくことを特徴とする、無線基地局の経路指定方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は図1に示すようなそれぞれの無線基地局間において双方向通信を行う無線ネットワークにおいて、無線基地局が無線品質、トラヒックの変動に対して通信目的の無線基地局に対してダイナ\*

無線基地局11の経路決定のための経路情報表

目的の無線基地局	次に送信する無線基地局	ホップ数
12	12	1
13	13	1
14	12	2
15	13	2

【0005】経路情報表は先に決められた時間ごとに無線パケットによって隣接した基地局に同報送信される。経路情報表の同報送信によって各無線基地局の経路情報表が更新され、最適な経路が決定される。

【0006】最適経路を決定するためのもう一つの方法として、それぞれの無線基地局に他の無線基地局の地理的情報を記録し、その地理的情報によって経路を決定する方法(米国特許4939726号)がある。この方法

\*ミック、自律分散的、かつ、効率的に経路を設定することを可能にする方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】複数の無線基地局が存在する無線ネットワークにおいてその無線基地局間で無線パケットの経路を決定する方法として二つの方法がある。一つは各無線基地局が送信相手の無線基地局への経路を経路情報表として記録し、その経路情報表に従って無線パケットを送信する方法("The DARPA Packet Radio Network Protocols," JOHN JUBIN etc)である。個々の無線基地局が持つ経路情報表を独立に同報的に送信することによって常に最適の経路を決定している。経路情報表には目的の無線基地局へ無線パケットを送信するために次に送信すべき無線基地局と中継数(ホップ数)が記されており、ホップ数ができるだけ少なくなるように経路が決定される。

【0003】図2はその方法を説明する図である。11～15は無線基地局、10は無線リンクを示す。無線基地局11が無線基地局15に送信する時、ホップ数が最も少くなるように経路が決定されることから、経路として11→13→15が選ばれる。各無線基地局は全ての無線基地局への経路を決定するための経路情報表を持っており、経路情報表に基づいて無線パケットを送信する。無線基地局11の経路情報表は表1に示される。

## 【0004】

## 【表1】

無線基地局11の経路決定のための経路情報表

では目的の無線基地局の緯度、経度といった地理的情報によって経路を決定する。無線パケットを受信した無線基地局は目的の無線基地局へ更に近くなるように無線パケットを送信する。

【0007】図2の無線基地局の地理的情報は例えば座標を用いて表2で表わすことができる。

## 【0008】

## 【表2】

## 各無線基地局の地理的情報

無線基地局	x座標	y座標
1 1	1	2
1 2	2	3
1 3	2	1
1 4	4	3
1 5	4	1

【0009】無線基地局11が無線基地局15に無線パケットを送信する場合、無線基地局11は無線基地局15の地理的情報を調べ、更に他の無線基地局の地理的情報から次に無線基地局13へ無線パケットを送信すればよいことを判断する。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の方法による経路決定方法のうち、経路情報表に基づいて経路を決定する前者の方法では無線基地局の数が大きくなるにしたがって経路情報表の大きさも大きくなってしまい、更に、経路情報の変更のために経路情報表が各無線基地局から同報的に送信されてしまう。無線空間に経路の決定を行うための情報が無線パケットとして多く送信されることは無線区間の利用効率の低下をまねき、トラヒック、遅延時間特性の劣化となる。

【0011】また後者の無線基地局に地理的情報を記録させる方法においては、新規に無線基地局を設営する場合、撤去する場合、移動する場合等、無線基地局の位置が変更されるごとに地理的情報の更新が必要であり、更に目的の基地局の地理的情報を何らかの方法で知る必要がある。

【0012】またどちらの方法もトラヒック、無線品質の変動に対する柔軟性が小さく、トラヒック、無線品質の変動に対して、遅延時間、スループットの劣化が大きい。

【0013】本発明は以上の問題に鑑み、無線ネットワークにおける無線パケットの送受信において、経路を決定するために用いる無線パケットの数が増加することなく、トラヒック、無線品質の変動に対して最適な経路の決定を行うことを目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば上記の課題は前記特許請求の範囲に記載した手段により解決される。

【0015】すなわち請求項1の発明は、各無線基地局がデータを無線パケットによって次の無線基地局へ送信する時に、無線パケットを受信してから次の無線基地局が無線パケットを正確に受信できた時までの遅延時間を測定し、遅延時間が予め決めた上限閾値を超えた場合、及び予め決めた下限閾値を下回った場合に無線基地局から通信目的の無線基地局までの全遅延時間を計算し、隣

10接した無線基地局に全遅延時間を通知し、全遅延時間を受信した無線基地局が、前に周辺の無線基地局から得た通信目的の無線基地局への全遅延時間から最も全遅延時間の小さい経路を選び、通信目的の無線基地局への経路として決定し、経路が変更された時には通信目的の無線基地局までの全遅延時間を隣接した無線基地局へ通知する経路決定方法である。

【0016】この発明は、無線リンク間の遅延時間を計測し、計測した遅延時間及び隣接した無線基地局から得られた通信目的の無線基地局までの遅延時間の和によって20経路を更新することが従来の方法とは異なる。

【0017】この差異によりトラヒック、無線品質の変動に対して高速、かつ柔軟に経路の変更を行うことができ、無線ネットワーク全体の無線パケット伝送を効率よく行うことができる。

## 【0018】

【発明の実施の形態】図3の実施例、図4のフローチャートを参照して、発明の実施の形態を説明する。無線通信ネットワークとしては図1のシステムとする。ユーザの無線パケットは無線基地局を中継されて有線網に接続された無線基地局に到達し、そこから有線ネットワークに送られる。

【0019】無線基地局から有線網に接続された無線基地局（有線基地局と呼ぶ）までの経路決定方法を説明する。図3において21、22は有線基地局（WJ : Wireless Junction）、23～27は無線基地局（WR : Wireless Router）、30は無線リンク、31は有線網である。

【0020】無線リンクには各方向に対して遅延時間が決定される。遅延時間には無線基地局内の処理時間、無線パケットの再送時間、伝搬時間が含まれる。各無線リンクの遅延時間はWRが無線パケットを受信してから次のWR、WJが無線パケットを正しく受信したことが確認されるまでとする（図5）。ここで無線基地局または有線基地局（基地局と呼ぶ）n1から基地局n2へ無線パケットが到達するまでの遅延時間を $\Delta(n_1, n_2)$ とする。

【0021】まず各WRは初期条件としてその時点のトラヒック、無線品質等に対する、WJまでの遅延時間の最も小さい経路を知っており、隣の基地局（隣接基地局と呼ぶ）からWJまでの遅延時間[D<sub>WJ</sub>(n)]とする、50

$n$ は隣接基地局】を得ているものとする。各WRは隣接  
基地局表(NRT)を持っており、そこに遅延時間 $D_{WJ}$

\*3で記されるものとする。

(n)が記される。例えば各無線リンクの遅延時間が表\*  
【表3】  
各無線リンクの遅延時間  $\Delta(n_1, n_2)$

$n_2 \ n_1$	21	22	23	24	25	26	27
21	-	-	1	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	1	2
23	3	-	-	1	-	-	-
24	-	-	1	-	1	-	-
25	-	-	-	1	-	1	1
26	-	1	-	-	1	-	-
27	-	2	-	-	1	-	-

【0023】初期条件よりWR25のNRTは表4とな  
る。※【表4】  
WR25のNRT

隣接基地局	隣接基地局からWJまでの遅延時間 $D_{WJ}(n)$
24	3
26	1
27	2

【0025】WR25はNRTより $D_{WJ}(n)$ が最も小  
さい経路を決定する。NRTよりWR25はWJに無線  
パケットを送信するためにWR26へパケットを送出す  
る。このときWR26をWR25の上位基地局(WR $n_{up}$ )と名付ける。他のWRについても同様に考えると、  
WJまでの遅延時間が最も小さくなるような経路として  
24-25-26-22、27-22、23-21の3つの経路上で無線パケットの送受信が行われる。

【0026】ところで各WRは無線パケットを送信する度に隣接基地局との遅延時間を測定する(S1-1)。  
WR25はWJへ無線パケットを送信する度に上位基地  
局であるWR26との遅延時間 $\Delta(25, 26)$ を測定す  
る。WR25は測定した $\Delta(25, 26)$ にNRTに記してある $D_{WJ}(26)$ を加え、その値が先に決めた値を上限閾値( $\delta_{up}(25)$ )を超えた場合、または先に  
決めた下限閾値( $\delta_{down}(25)$ )を下回った場合に隣  
接基地局に対して $\Delta(25, 26) + D_{WJ}(26)$ を通★

★知する(S1-2)。ここでWR25の持つ上限閾値 $\delta_{up}(25)$ が3であるとし、トラヒックの増加、無線品質の劣化等によって $\Delta(25, 26)$ が表3の1から3に上昇したとする。このとき測定した $\Delta(25, 26)$ とNRTに記されている $D_{WJ}(26)$ の和 $\Delta(25, 26) + D_{WJ}(26)$ が2から4になり、 $\delta_{up}(25) = 3$ を超えたことから $\Delta(25, 26) + D_{WJ}(26)$ を上位基地局であるWR26を除いたWR24、WR27に通知する(S1-3)。

【0027】WR25から $\Delta(25, 26) + D_{WJ}(26)$ を通知されたWR24は $\Delta(25, 26) + D_{WJ}(26) = D_{WJ}(25)$ をWR24のNRTに記す(S1-5)。このときのWR24のNRTを表5に示す。

【0028】  
【表5】

#### WR24のNRT

隣接基地局	隣接基地局からWJまでの遅延時間 $D_{WJ}(n)$
23	3
25	4

【0029】次にNRTから最も $D_{WJ}$ の小さい隣接基地  
局を新しい上位基地局( $n'_{up}$ )とする(S1-6)。  
表5より上位基地局は $n'_{up} = 23$ となる。WR24の  
上位基地局は表3よりもともとWR25であり、この更  
新によってWR23に変更されたことから(S1-

7)、WR24は $\Delta(24, 23)$ を測定し、新しい上  
位基地局であるWR23以外の隣接基地局であるWR2  
5へ $\Delta(24, 23) + D_{WJ}(23)$ を通知する(S1-8)。

【0030】WR27もWR24と同様にWR25から

の通知より経路の更新を行う。

【0031】以上の方針により各WRはWJまでの遅延時間が最も小さい経路に更新することができる。

【0032】図6はサービスエリア内の均一なトラヒックが不均一なトラヒックに変化した場合の遅延時間ース\*

\*ループット特性である。システムモデル及びトラヒックモデルを図7に、シミュレーションの諸条件を表6に示す。

【0033】

【表6】  
計算機シミュレーションの諸条件

呼の生起	ボアソン分布
PSの通信中の移動	なし
パケット長	1スロット
マルチチャネルアクセス	SLOTTED ALOHA
WR、WJの受信周波数	全て異なる
無線データパケットの送信	上りのみ
ACK	1パケットごとに送信
ACKの衝突	なし
再送	幾何分布
再送確率	0.1
閾値	上限600／下限100
遅延時間の初期値	均一トラヒックでの時間

【0034】従来方法では中継基地局の数、地理的距離によって最短経路が決定される。本計算機シミュレーションで評価したシステムモデルは格子状になっているため、従来方法によって決定される経路はトラヒックの分布、無線品質の変動にかかわらず、一意に固定され、最も中継数が少ない経路である。この図に見られるが如く、本発明によってトラヒックが不均一な状態において無線パケットのスロット長さで規格化された平均遅延時間600を満たすスループットを0.1改善することができる。

【0035】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来の方法に比して、無線リンク間の遅延時間を計測し、計測した遅延時間及び隣接した無線基地局から得られた有線基地局までの遅延時間の和によって経路を更新することによりトラヒック、無線品質の変動に対して高速、かつ柔軟に経路の変更を行うことができ、遅延時

間、スループットを大幅に改善ができる利点がある。

【0036】また隣接基地局から得られた有線基地局までの遅延時間のみで決定することから経路決定のための計算量を少なくすることができ、更に経路情報の同報送信を行わないことから経路制御のために無線空間の利用効率が劣化しないといった利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の利用形態を示す図である。

30 【図2】従来方法を説明するための図である。

【図3】実施例を説明するための図である。

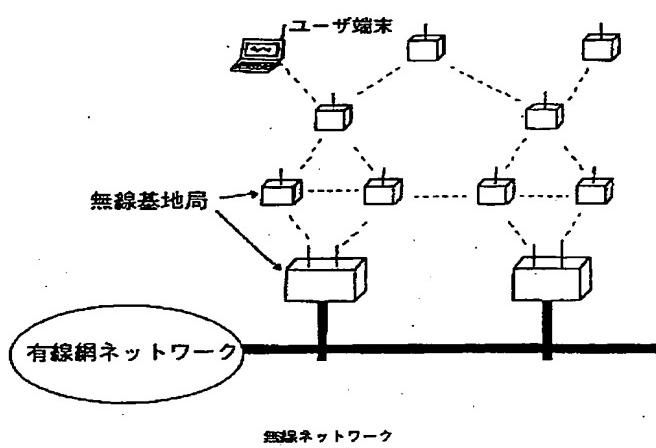
【図4】無線基地局の経路決定フローを示す図である。

【図5】遅延時間の定義を説明するための図である。

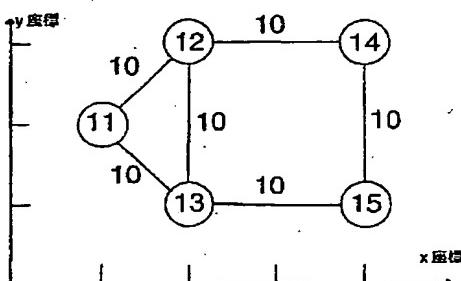
【図6】遅延時間—スループット特性のシミュレーション結果を示す図である。

【図7】シミュレーションの評価システムを示す図である。

【図1】

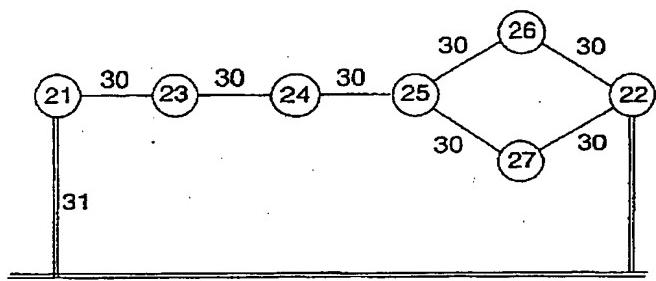


【図2】



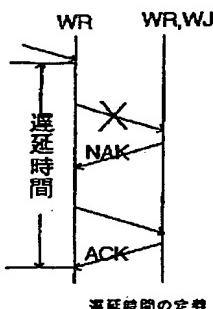
従来方法を説明する図

【図3】

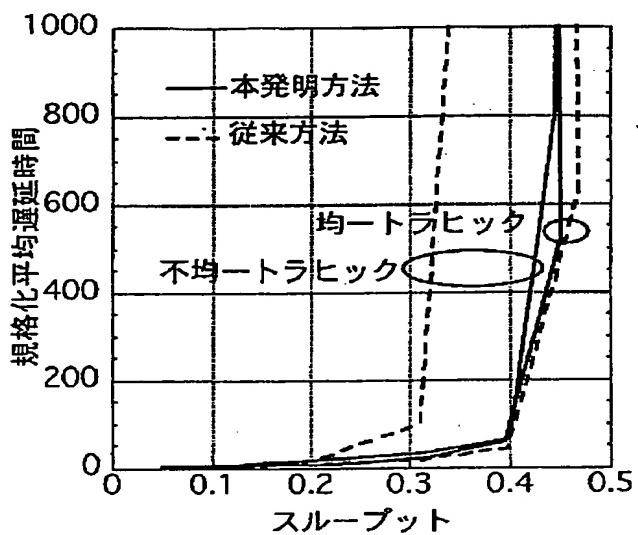


発明の実質的形態を示す図

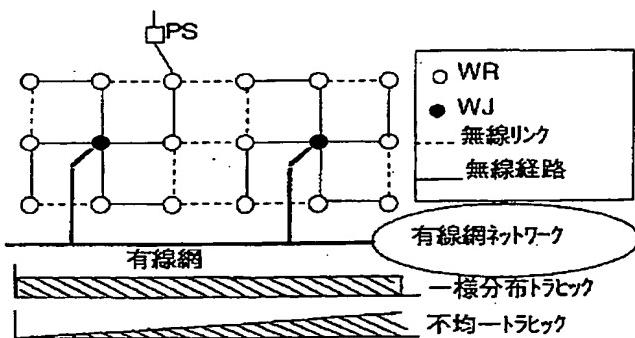
【図5】



【図6】



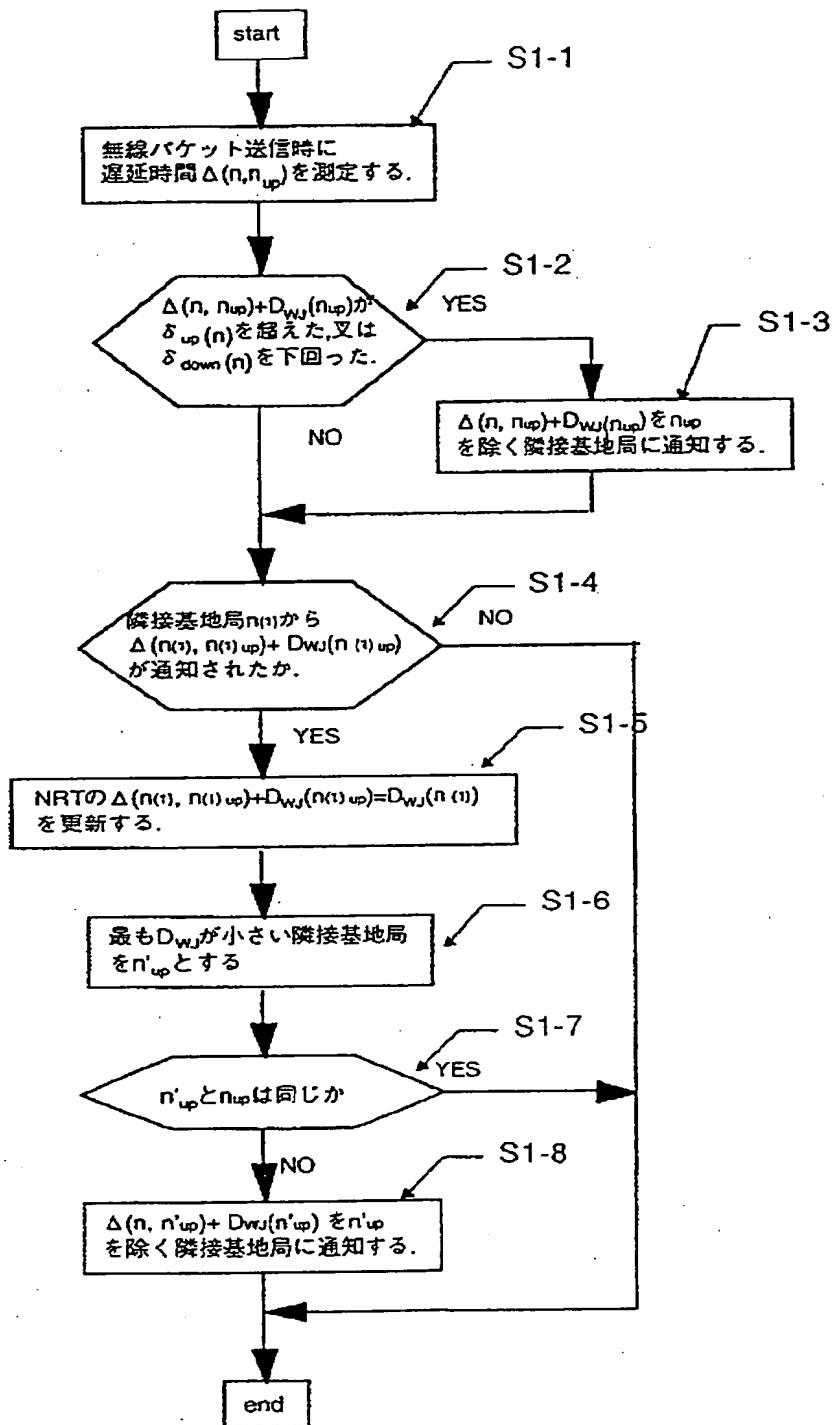
【図7】



特性評価システムとトラヒックモデル

トラヒックの変動に対する遅延時間、スループット特性

【図4】



WRの経路決定フローチャート

フロントページの続き

(72) 発明者 田中 利憲  
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内